

(4) Japanese Patent Application Laid-Open No. 9-274883 (1997)
“FIB/SEM COMPOUNDED APPARATUS”

The following is English translation of Abstract from the above-identified
5 document relevant to the present application.

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform SEM observation of a cross section of a sample that is processed by FIB with a high accuracy preventing charging up.

10 **SOLUTION:** An FIB/SEM compounded apparatus of the present invention comprises a SEM apparatus part 2, a FIB apparatus part 1 and a sample chamber 3. Means to irradiate an electrode with a beam is incorporated into the SEM apparatus part 2 that accelerates and focuses electrons to scan a sample 4 and forms an observation image based on a secondary electron and a reflected electron generating
15 from the sample 4. A normal SEM mode and a secondary electron generating mode by electrode irradiation can be selectively employed at the SEM apparatus part 2. The FIB apparatus part 1 has a scanning ion microscope function for scanning the sample 4 with accelerated and focused ions 11 to form an observation image based on a secondary particle signal emitted from the sample 4, and a function for
20 processing the sample 4 by selectively irradiating a specific area of the sample 4 with focused ions. The sample chamber part 3 holds the sample 4 with vacuum. Beam axes of the FIB apparatus part 1 and the SEM apparatus part 2 are arranged so as to cross approximately at the same position on the same sample.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-274883

(43)公開日 平成9年(1997)10月21日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J	37/305		H 0 1 J 37/305	A
	37/256		37/256	
H 0 1 L	21/3065		H 0 1 L 21/302	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-81200

(22)出願日 平成8年(1996)4月3日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大西 毅

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株
式会社日立製作所計測器事業部内

(72)発明者 石谷 亨

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株
式会社日立製作所計測器事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

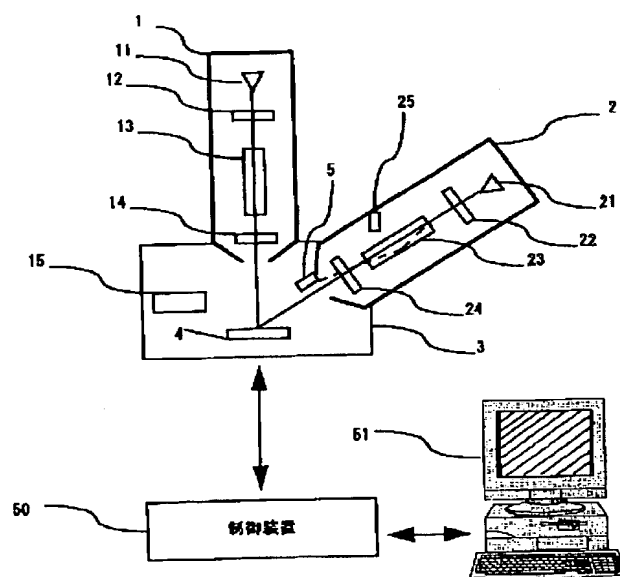
(54)【発明の名称】 F I B / S E M 複合装置

(57)【要約】

【課題】チャージアップを防止して高精度にF I B加工した試料断面をSEM観察する。

【解決手段】電子を加速及び集束して試料4上を走査し、試料4から発生する二次電子及び反射電子により観察像を形成するSEM装置2に、電極にビームを照射する手段を設け、通常のSEMモードと電極照射による二次電子発生モードが選択的に利用できるSEM装置部と、イオン11を加速および集束させて試料4上を走査し、試料4から放出される二次粒子信号により観察像を形成する走査イオン顕微鏡機能と、試料4の限定された領域に選択的に集束したイオンを照射し、試料4を加工する機能とを有したF I B装置部1と、試料4を真空中に保持する試料室部3からなり、F I B1とSEM2それぞれのビーム軸が同一試料上のほぼ同一位置で交差するように設置する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子を加速及び集束して試料上を走査し、上記試料から発生する二次電子及び反射電子により観察像を形成するSEM装置に、電極にビームを照射する手段を設け、通常のSEMモードと電極照射による二次電子発生モードが選択的に利用できるようにしたSEM装置部と、イオンを加速および集束させて上記試料上を走査し、上記試料から放出される二次粒子信号により観察像を形成する走査イオン顕微鏡機能と、上記試料の限定された領域に選択的に集束したイオンを照射し、上記試料を加工する機能とを有したFIB装置部と、上記試料を真空中に保持する試料室部からなり、上記FIBと上記SEMそれぞれのビーム軸が同一試料上のほぼ同一位置に交差するように設置されたことを特徴とするFIB/SEM複合装置。

【請求項2】上記電極に上記SEMのビームを偏向照射し、上記二次電子発生モードを実現する請求項1に記載のFIB/SEM複合装置。

【請求項3】上記電極が機械的な移動手段によりSEMのビーム軸上に挿入され、上記二次電子発生モードを実現する請求項1または2に記載のFIB/SEM複合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は集束イオンビーム(Focused Ion Beam: 以下FIB)を利用して試料に断面加工を施し、その断面部を走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: 以下SEM)で観察する装置に係り、特に、試料の微細構造の観察に有効な装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術として、特開平1-181529号公報がある。これには、FIBとSEMとの複合装置に中和専用の電子線シャワー銃が装着された構成が記載されている。この構成により、チャージアップを防止した高精度FIB加工と、FIB加工部のその場SEM観察が行えるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来技術は専用の電子線シャワー銃を装着しているため、低加速エネルギーの電子が潤沢に試料に供給できる。従って、様々な材質や大きさの試料を様々なFIB電流で加工しても、確実にチャージアップの防止ができる特徴がある。しかし、それ専用のハードウェアを試料の近くに配置する必要があり、コスト及びスペースの面で問題がある。

【0004】コスト及びスペースの面からは、FIB加工時のチャージアップの中和にSEMの電子プローブを利用することが考えられる。これにより、電子線シャワー銃のハードウェアが省略できる。しかし、SEM観察のビーム条件をそのまま使って中和を行うと、ビーム電流

量が非常に制限されているため、試料の絶縁性、絶縁部の面積、FIBの加工ビーム電流が大きい条件下では、十分な中和効果が得られない場合が生じる欠点がある。

様々な条件で確実に中和を行うには、低エネルギーの電子を潤沢に試料に供給する必要がある。低エネルギー電子を潤沢に供給するために、SEMの加速電圧やレンズの集束条件を変える手法も考えられるが、これを行うと、SEMの動作条件を(1)試料上の加工部位探し(SEMモード)、(2)FIB加工時の中和(中和モード)、(3)FIB加工後の断面観察(SEMモード)、の一連の操作の中で変化させる必要があり、装置の安定稼働の観点から望ましくない。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では、SEMの一次ビームを直接利用せず、それを電極に照射して二次電子に変換することで、電子ビームの低エネルギー化と電流量の増大を図る。これは、(1)SEMカラムの試料上のビーム照射点付近に電子-電子変換電極を装着し、偏向により変換電極にビームが照射されるようにするか、(2)SEMカラムの試料上のビーム照射点付近に機械的に変換電極を挿入するか、いずれかの手法で実現できる。(1)の場合、ビーム偏向制御のみで良いため、SEMモードと中和モードが瞬時に切り替えられる特長がある。(2)の場合、SEM部の改造なしに、中和機能

【0006】FIB加工時には変換電極から二次電子を発生させ、FIB照射による絶縁性試料のチャージアップを中和する。電極電位を接地電位とした場合、電極から発生する二次電子のエネルギーは数eVであるため、チャージアップした場所に速やかにひきつけられる。物理的な平衡現象となるため、チャージアップの度合いに応じて供給される二次電子量が自動制御される。従って、試料の絶縁性、面積、FIB加工電流の違いがあっても、適切な中和条件でチャージアップが防止できる。二次電子の量はSEMの一次ビーム量に依存するが、電極を二次電子イールドの高い材料(例えばアルミニウム)で作製すると、一次ビーム電流よりも多い二次電子電流が得られる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は第1の実施の形態で用いたFIB/SEMの説明図である。まず、FIB部について説明する。液体金属イオン源11から放出したイオンはコンデンサレンズ12と対物レンズ14により、試料4上に集束する。対物レンズ14の前段には偏向器13が配置され、これにより発生させた偏向電界によりビームが偏向され、試料上の任意の場所がFIBで照射できる。FIB照射により試料4から発生した二次粒子は検出器15で検出され、輝度信号として制御装置50に送られ、コンピュータ51のCRT上に走査イオン顕微鏡

(Scanning Ion Microscope:略してSIM)像として画像表示される。二次粒子は、二次電子と二次イオンが選択的に検出できる。FIBはSEMと類似の画像取得のみならず、得られた画像を元に、その特定部分を選択的に加工する機能も有する。

【0008】次にSEM部について説明する。電子源21から放出した電子はコンデンサレンズ22と対物レンズ24により、試料4上に集束する。対物レンズ24の前段には偏向器23が配置され、これにより発生させた偏向磁界によりビームが偏向される。偏向されたビームが試料に照射されると、試料から二次電子が発生し、それは対物レンズ24を通過して検出器25により検出される。検出信号は輝度信号として制御装置50に送られ、コンピュータ51のCRT上に画像表示される。偏向器23には二つの巻き線が施されている。一つは通常のSEM像観察時に利用されるラスタスキャン用、もう一つは、中和モードを実現するための大角偏向用である。大角偏向されたビームはSEMカラム2のビーム出口の近くに配置された変換電極5を照射し、電極から二次電子が発生する。電極の電位が接地電位の場合、発生する二次電子のエネルギーは数eVとなり、チャージアップ発生部位に効率良く引き寄せられる。また、電極5の電位を変化させて試料への二次電子供給を加減することもできる。

【0009】FIBカラム1とSEMカラム2は試料室3に実装されており、FIBビーム軸とSEMビーム軸とが試料上で交差する構成となっている。

【0010】制御装置50はFIB及びSEMのカラム制御他を統括的に行っており、その操作用のGUI(グラフィカル・ユーザ・インターフェイス)やSEM及びSIMの画像はコンピュータ51のCRT上に表示される。

【0011】図2は顕微鏡画像を表示するウィンドウの説明図である。このイメージモニターウィンドウ100にはイメージ信号の入力切り替えボタン101があり、表示部103に表示する画像を選択する。例えば、SEMを選択した場合、画像の輝度信号は検出器25からの信号が接続され、スタート/ストップボタン102をクリックすることにより、SEMのラスタ走査が行われ、SEM像がCRT上に表示される。

【0012】図3はFIB加工を行う際に重要な加工位置設定を行うエリアエディタウィンドウ200である。ゲットイメージボタン201をクリックすると、イメージモニター100の画像表示部103と同様の画像がコンピュータ内のエディタ用イメージメモリに格納され、表示部204に表示される。例えば、格納された画像を元に、その所望場所に矩形加工を行うには、矩形図形選択ボタン202をクリックし、表示部204上でマウス操作することによって、矩形加工エリア205を設定する。

【0013】図4は加工条件設定ウィンドウ300である。ここでは、加工時間等の設定と加工中の帯電中和機能の有無を設定するようになっている。中和設定ボタン301をオンにすると、加工中にSEMカラム1内の偏向器23が大角偏向のモードで動作して中和モードとなり、変換電極5から発生した二次電子によりチャージアップが中和される。加工はエリアエディタウィンドウ200内の加工ボタン203をクリックすることにより開始される。

10 【0014】図5は第2の実施の形態で用いたFIB/SEMの構成図である。第1の実施の形態との違いは、変換電極を可動型としている所にある。SEM像観察時は変換電極5を変換電極移動機構6によりSEMのビームに影響を与えない所まで退避しておく。チャージアップ中和時には変換電極5をSEMのビーム軸上に移動し、変換電極から二次電子を発生させる。これにより、SEMに大角偏向機能を付加することなく、チャージアップが防止できる。

【0015】変換電極にビームを照射する手法として、
20 (1)ビーム偏向と(2)変換電極の機械的移動とを上述したが、これらを組み合わせて、二次電子発生位置の最適化等を行うこともできる。

【0016】変換電極に長時間電子ビームを照射すると、観察部にコンタミネーションが付着する現象が生じる。この現象は試料室真空度に大きく依存し、真空度の低い条件では、二次電子の発生効率が低下する。これには、(1)変換電極に加熱手段を設ける、(2)電子ビームを変換電極上でスキャンし、単位面積当たりのビーム照射量を少なくする、等の手法が活用できる。

30 【0017】以上、FIBとSEMとの複合装置についての実施の形態を述べたが、FIBとFIBとの複合装置についても、同様な効果が期待できることは自明である。

【0018】

【発明の効果】本発明により、FIB加工のチャージアップ防止が低コストで確実に行えるようになる。これにより、高精度にFIB加工した試料断面のSEM像観察が容易に行えるようになった。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】本発明の第1の実施例で用いたFIB/SEM装置の説明図。

【図2】イメージモニターウィンドウの説明図。

【図3】エリアエディタウィンドウの説明図。

【図4】加工条件設定ウィンドウの説明図。

【図5】本発明の第2の実施例で用いたFIB/SEM装置の説明図。

【符号の説明】

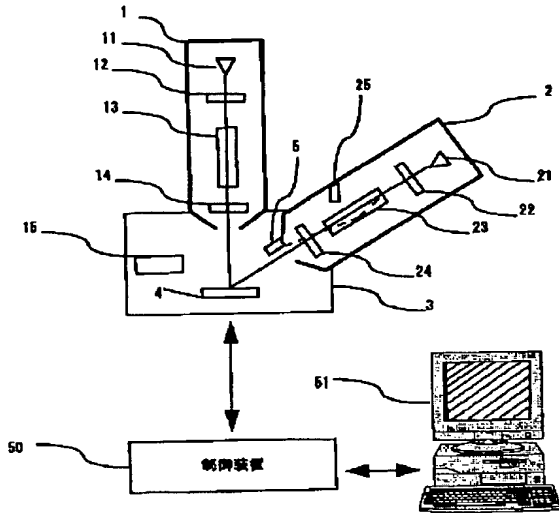
1…FIBカラム、2…SEMカラム、3…試料室、4…試料、5…変換電極、11…イオン源、12、22…コンデンサレンズ、13、23…偏向器、14、24…

50

5
対物レンズ、15、25…検出器、21…電子源、50

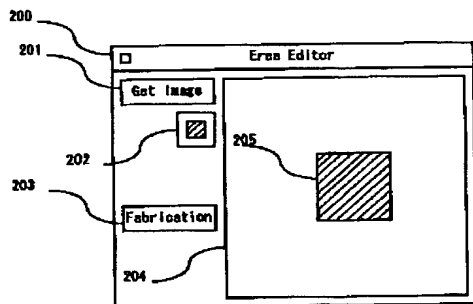
【図1】

図 1



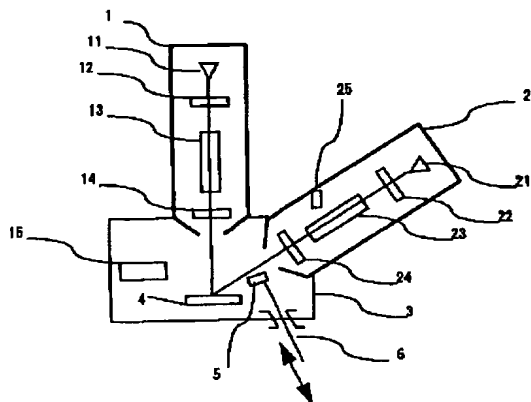
【図3】

図 3



【図5】

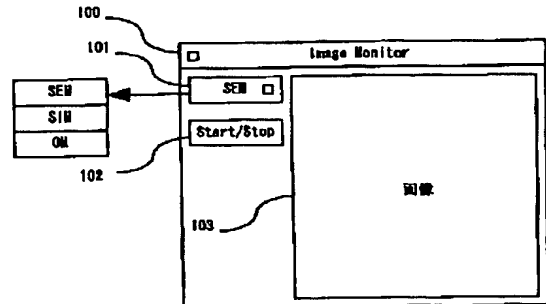
図 5



6
…制御装置、51…コンピュータ。

【図2】

図 2



【図4】

図 4

